

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP
PGS.TS. ĐOÀN THẾ TUỜNG

HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC
PGS.TS. HOÀNG VIỆT HÙNG
PGS.TS. PHẠM QUANG HƯNG
PGS.TS. NGUYỄN BÁ KẾ
TS. PHÙNG ĐỨC LONG
GS. NGUYỄN CÔNG MẮN
PGS.TS. NGUYỄN ĐỨC MẠNH
PGS.TS. NGUYỄN SỸ NGỌC
PGS.TS. VÕ PHÁN
PGS.TS. NGUYỄN HUY PHƯƠNG
GS.TS. TRẦN THỊ THANH
PGS.TS. VƯƠNG VĂN THÀNH
TS. LÊ THIẾT TRUNG
GS.TS. ĐỖ NHƯ TRÁNG
PGS.TS. TRẦN THƯƠNG BÌNH
TS. NGUYỄN TRƯỜNG HUY
PGS.TS. ĐẬU VĂN NGỌ
PGS.TS. TẠ ĐỨC THỊNH
TS. NGUYỄN TUẤN PHƯƠNG

Giấy phép xuất bản số 1358/GPXB -
Ngày 8-6-1996, Bộ Văn hóa - Thông tin
Cơ quan xuất bản: Viện Địa Kỹ thuật
(Liên hiệp các Hội KH&KT Việt Nam)
152 Lê Duẩn - Đống Đa - Hà Nội
Tel: 024. 22141917.
Email: tapchidkt@yahoo.com.vn;
viendkt@vusta.vn
Website: www.vgi-vn.vn
Xuất bản 3 tháng 1 kỳ
Nộp lưu chiểu: tháng Bảy 2023

Tạp chí ĐỊA KỸ THUẬT

ISSN - 0868 - 279X
NĂM THỨ 27
SỐ 2 NĂM 2023

MỤC LỤC

BÙI TRƯỜNG SON, LÂM NGỌC QUÍ: Quan hệ của sức chống cắt không thoát nước với trạng thái ứng suất và độ chặt của sét mềm bão hòa nước	3
NGUYỄN TIẾN DŨNG: Dự tính ma sát âm của cọc theo phương pháp Meyerhof	9
NGUYỄN ĐÌNH HỢP: Về hiệu quả của thí nghiệm nén tĩnh dọc trục xác định sức mang tải của cọc	16
BÙI TRƯỜNG SON, NGUYỄN THỊ NỤ, NGUYỄN THÀNH DƯƠNG, ĐỖ MINH NGỌC, NGUYỄN ĐỨC LÝ: Đặc điểm trượt lở đất đá khu vực Quảng Bình	22
NGUYỄN VĂN PHÓNG, LÊ VĂN QUYỀN, PHẠM MINH TUẤN: Phân tích chọn búa đóng cọc Monopile cho trụ tua-bin điện gió tại khu vực gần bờ biển Sóc Trăng, Việt Nam	30
ĐỖ NGỌC THÁI, NGUYỄN THẾ MỘC CHÂN: Nghiên cứu ứng xử cơ học của hai đường hầm song song và công trình xây dựng lân cận	40
PHẠM THANH TÙNG, NGUYỄN CHÂU LÂN, BÙI XUÂN CẬY, BÙI THANH QUANG, PHẠM TUẤN DŨNG: Nghiên cứu xác định mô đun đàn hồi động của nền đất bằng thí nghiệm 3 trục động và các thí nghiệm hiện trường LWD, DCP	52
NGUYỄN THÀNH AN: Thiết lập phương trình tương quan thực nghiệm giữa góc ma sát trong và sức kháng xuyên tiêu chuẩn của đất sét, sét pha hệ tầng thái bình khu vực quận Thanh Xuân, thành phố Hà Nội	58
LÊ BÁ VINH, PHẠM XUÂN TRUNG, TÔ LÊ HƯƠNG: Phân tích, xác định sức chịu tải của cọc ép theo lý thuyết và theo thí nghiệm nén tĩnh tại khu vực Cần Thơ	63

DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF
Assoc. Prof., Dr. DOAN THE TUONG

EDITORIAL BOARD

Assoc. Prof. Dr. PHUNG MANH DAC
Assoc. Prof., Dr. HOANG VIET HUNG
Assoc. Prof., Dr. PHAM QUANG HUNG
Assoc. Prof., Dr. NGUYEN BA KE
Dr. PHUNG DUC LONG
Prof. NGUYEN CONG MAN
Assoc. Prof. Dr. NGUYEN DUC MANH
Assoc. Prof., Dr. NGUYEN SY NGOC
Assoc. Prof., Dr. VO PHAN
Assoc. Prof., Dr. NGUYEN HUY PHUONG
Prof., Dr. TRAN THI THANH
Assoc. Prof., Dr. VUONG VAN THANH
Dr. LE THIET TRUNG
Prof., Dr. DO NHU TRANG
Assoc. Dr. TRAN THUONG BINH
Dr. NGUYEN TRUONG HUY
Assoc. Prof., Dr. DAU VAN NGO
Assoc. Prof., Dr. TA DUC THINH
Dr. NGUYEN TUAN PHUONG

Printing licence No 1358/GPXB
dated 8 June 1996 by the Minister of Culture and
Information
Published by the Vietnam Geotechnical Institute
(Vietnam Union of Science and
Technology Associations)
Add: 152 Le Duan, Dong Da, Hanoi
Tel: 024.22141917.
Email: tapchidkt@yahoo.com.vn;
viendkt@vusta.vn
Website: www.vgi-vn.vn
Copyright deposit: July 2023

VIETNAM GEOTECHNIAL JOURNAL

ISSN - 0868 - 279X
VOLUME 27
NUMBER 2 - 2023

CONTENTS

BUI TRUONG SON, LAM NGOC QUI: Relationship of undrained shear strength vs stress state and density of saturated soft clay	3
NGUYEN TIEN DUNG: Estimating the negative skin friction of piles by Meyerhof method	9
NGUYEN DINH HOP: On the effectiveness of the static piles loading test	16
BUI TRUONG SON, NGUYEN THI NU, NGUYEN THANH DUONG, DO MINH NGOC, NGUYEN DUC LY: Landslide characteristics in Quang Binh province	22
NGUYEN VAN PHONG, LE VAN QUYEN, PHAM MINH TUAN: Influence of pile driving hammer on the effectiveness of monopile installation as wind turbine foundation at nearshore coastal region of Soc Trang, Vietnam	30
DO NGOC THAI, NGUYEN THE MOC CHAN: Study on the interaction behaviour of twin parallel tunnels and piled structure in urban areas	40
PHAM THANH TUNG, NGUYEN CHAU LAN, BUI XUAN CAY, BUI THANH QUANG, PHAM TUAN DUNG: Evaluating the resilient modulus of soils by cyclic triaxial test an some field tests LWD and DCP	52
NGUYEN THANH AN: Establishing an empirical correlation equation between the angle of internal friction and the standard penetration resistance of clay and sandy clay of Thai Binh formation in Thanh Xuan district, Ha Noi city	58
LE BA VINH, PHAM XUAN TRUNG, TO LE HUONG: Analysis and determination of load bearing capacity of pressed pile by theory and pile load test in Can Tho area	63

NGHIÊN CỨU ỨNG XỬ CƠ HỌC CỦA HAI ĐƯỜNG HẦM SONG SONG VÀ CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG LÂN CẬN

ĐỖ NGỌC THÁI*, NGUYỄN THẾ MỘC CHÂN**

Study on the interaction behaviour of twin parallel tunnels and piled structure in urban areas

Abstract: *The construction of tunnels in soft ground lead inevitably to ground movement. In an urban environment this movement can affect existing surface or subsurface structures. The expansion of cities and urban areas is resulting in an increased demand for environmentally and economically sustainable transport and services infrastructure. Underground construction and infrastructure that often require the excavation of tunnels represent an ideal solution to satisfy these needs. However, tunnel construction is increasingly taking place in close proximity to buried and surface structures. If protective measures are not adopted, tunnelling inevitably affects existing structures because of the induced ground movements and stress relief, with serious potential for damage. The finite element method has been used in the research to analysis of tunnel-piled structure interaction mechanisms, the results show that the effect of the piled structure slightly increases the stress of tunnel lining. The lateral deflection, vertical movement of the front piles (closer to tunnel) are higher than for the rear piles and axial force, bending moment of the front piles are slightly higher than for the rear piles.*

Keywords: *Tunnel-piled structure interaction, twin parallel tunnels, urban areas*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong điều kiện xây dựng đô thị, công tác thi công đường hầm làm dịch chuyển khối đất đá xung quanh, gây lún mặt đất làm biến dạng thậm trí gây hư hỏng phá hủy các công trình xây dựng lân cận trên mặt đất. Các phương pháp tính toán thiết kế truyền thống có thể dự báo dịch chuyển khối đất đá xung quanh đường hầm hay đường cong lún mặt đất trong trường hợp chỉ có đường hầm, tuy nhiên khi thi công đường hầm trong đô thị cần tính đến ảnh hưởng kết cấu ngầm công trình xây dựng lân cận. Hơn nữa, các

cơ chế kiểm soát vấn đề tương tác giữa kết cấu chống giữ đường hầm-khối đất-cấu trúc ngầm cần thiết được nghiên cứu để có các giải pháp thiết kế, thi công phù hợp để nâng cao độ ổn định cho đường hầm và các công trình xây dựng lân cận.

Ở nước ta nhu cầu xây dựng các tuyến đường tàu điện ngầm trong đô thị là rất lớn, thành phố Hồ Chí Minh và Hà Nội đang bắt đầu xây dựng các tuyến đường hầm tàu điện ngầm. Đặc điểm hệ thống các tuyến đường hầm tàu điện ngầm trong đô thị là xây dựng hai đường hầm bố trí song song gần nhau và thường đặt gần các công trình xây dựng lân cận như tòa nhà cao tầng, kết cấu móng các công trình xây dựng trên mặt đất. Hai đường hầm có thể bố trí song song nằm ngang, song song thẳng đứng hoặc lệch nhau một

* Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mở - Địa chất
Số 18 Phố Viên – Phường Đức Thắng – Q. Bắc Từ Liêm
– Hà Nội

Email: dongocthai@hmg.edu.vn

** Viện Khoa học và Công nghệ giao thông vận tải

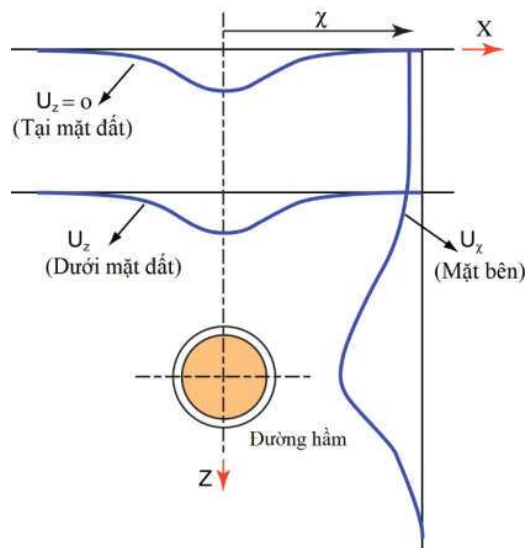
góc nhất định so với phương thẳng đứng. Trong bài viết này, nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn, để nghiên cứu ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ hai đường hầm bố trí song song nằm ngang và kết cấu móng cọc thuộc công trình xây dựng lân cận.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Công tác thi công đường hầm làm dịch chuyển khối đất đá xung quanh, gây ra hiện tượng lún mặt đất, Peck, (1969) đã sử dụng phương pháp bán thực nghiệm được coi là nghiên cứu đầu tiên để dự báo ảnh hưởng của công tác thi công đường hầm đến khối đất đá xung quanh, gây lún mặt đất, tác giả đã thực hiện công tác đo sự dịch chuyển một số điểm tại hiện trường, kết quả thu được là dưới tác động của quá trình thi công đường hầm thì hình thành đường cong lún trên mặt đất.

Phương pháp giải tích cũng được sử dụng để dự báo ảnh hưởng của công tác thi công đường hầm gây ra dịch chuyển khối đất đá xung quanh đường hầm và trên mặt đất. Kết quả của phương pháp giải tích cũng được kiểm tra độ chính xác bằng phương pháp phần tử hữu hạn thông qua phần mềm Plaxis 2D và Flac 3D, hình 1 trình bày đường cong dịch chuyển lớp đất xung

quanh đường hầm theo Simpson et al. (1996).



Hình 1: Đường cong dịch chuyển khối đất xung quanh đường hầm, Simpson et al. (1996)

Phương pháp giải tích được Loganathan và Poulos, (1998) đề xuất phương trình xác định dịch chuyển của khối đất theo phương thẳng đứng tại mặt đất và xung quanh đường hầm được xác định theo công thức (1) và (2), dịch chuyển của lớp đất theo phương nằm ngang được xác định theo công thức (3):

$$S_{z=0} = \varepsilon_0 \cdot R^2 \cdot \frac{4H \cdot (1-\nu)}{H^2 + x^2} \cdot \exp\left\{-\frac{1,38x^2}{(H \cdot \cos \beta + R)^2}\right\} \quad (1)$$

$$S_z = \varepsilon_0 \cdot R^2 \cdot \left[-\frac{z-H}{x^2 + (z-H)^2} + (3-4\nu) \cdot \frac{z+H}{x^2 + (z+H)^2} - \frac{2z[x^2 - (z+H)^2]}{[x^2 + (z+H)^2]^2} \right] \quad (2)$$

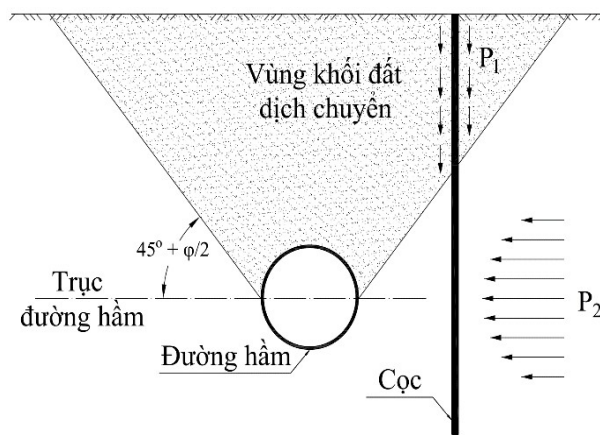
$$\exp\left\{-\left[\frac{1,38x^2}{(H \cos \beta + R)^2} + \frac{0,69z^2}{H^2}\right]\right\}$$

$$S_x = -\varepsilon_0 \cdot R^2 \cdot x \cdot \left[\frac{1}{x^2 + (H-z)^2} + \frac{3-4\nu}{x^2 + (H+z)^2} - \frac{4z(z+H)}{(x^2 + (H+z)^2)^2} \right] \quad (3)$$

$$\exp\left\{-\left[\frac{1,38x^2}{(H \cos \beta + R)^2} + \frac{0,69z^2}{H^2}\right]\right\}$$

Trong đó: $S_{z=0}$ – độ lún mặt đất, (m); S_z – Dịch chuyển thẳng đứng của lớp đất ở phía dưới mặt đất, (m); S_x – Dịch chuyển của lớp đất theo phương ngang, (m); R – Bán kính đường hầm, (m); z – chiều sâu đến nóc đường hầm, (m); H – Chiều sâu trục đường hầm, (m); ν – hệ số Poisson của đất; ε_0 – tỷ lệ mất thể tích trung bình; x – khoảng cách nằm ngang từ tâm đường hầm đến điểm đang xét, (m); β – góc tạo bởi phương nằm ngang và đường giới hạn khối đất bị phá hủy phía trên nóc hầm, $\beta = 45^\circ + \varphi/2$ (độ); φ – góc ma sát trong của đất, (độ).

Trong quá trình thi công các đường hầm trong đô thị, đường hầm thường được bố trí bên cạnh các tòa nhà cao tầng thì công tác thi công đường hầm cũng ảnh hưởng đến kết cấu ngầm của công trình tòa nhà lân cận. Khi kết cấu ngầm là kết cấu móng cọc của tòa nhà nằm trong vùng khối đất bị dịch chuyển do công tác thi công đường hầm thì sơ đồ công tác thi công đường hầm ảnh hưởng đến cọc của kết cấu ngầm tòa nhà được thể hiện trên hình 2. Trong đó P_1 , P_2 là các áp lực nóc và áp lực hông gây ra từ công tác thi công đường hầm. Các tác giả nghiên cứu ảnh hưởng của công tác thi công đường hầm đến công trình xây dựng lân cận như Morton et al, 1979; Poulos, 1979; Franza et al, 2021.

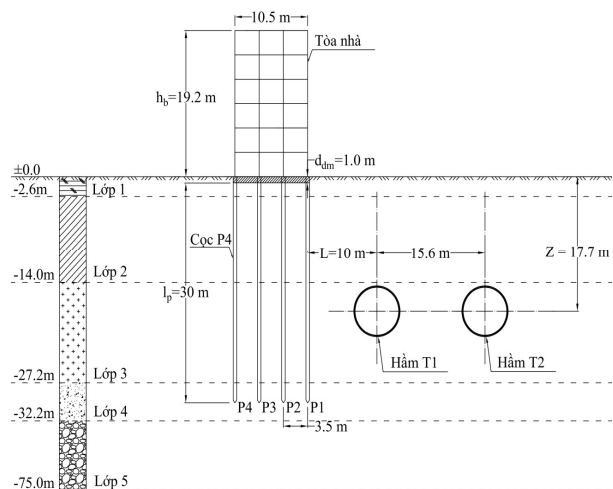


Hình 2: Ảnh hưởng của đường hầm đến kết cấu móng cọc của tòa nhà (Morton et al, 1979)

3. MÔ PHỎNG ỨNG XỬ CƠ HỌC CỦA KẾT CẤU CHỐNG GIỮ ĐƯỜNG HẦM VÀ KẾT CẤU NGẦM CÔNG TRÌNH LÂN CẬN

3.1. Các thông số của mô hình

Để nghiên cứu ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ hai đường hầm song song và kết cấu móng cọc thuộc tòa nhà lân cận, nhóm tác giả xét cho trường hợp: hai đường hầm cùng có tiết diện ngang hình tròn, bán kính $R = 3,5\text{m}$ được thi công ở độ sâu trục hầm $H = 17,7\text{m}$, khoảng cách tâm đường hầm đến tòa nhà $L = 10\text{m}$. Công trình tòa nhà hệ khung kết cấu có chiều cao $H = 19,2\text{m}$. Giải pháp nền móng tòa nhà được sử dụng là giải pháp móng cọc kết hợp trên nền địa chất gồm 5 lớp, lớp 1 là Bùn sét, lớp 2 là Sét, lớp 3 là Cát mịn, lớp 4 là Cát mịn chặt, lớp 5 là Cát hạt to rất chặt, đặc tính cơ lý các lớp đất được thể hiện trong bảng 1. Phần đài móng có kích thước chiều dài $10,5\text{m}$, chiều dày $d_{dm} = 0,5\text{m}$. Cọc có đường kính $D = 0,4\text{m}$ chiều dài cọc là $L_p = 30\text{m}$, khoảng cách giữa các cọc $e = 3,5\text{m}$ sơ đồ bài toán được thể hiện trên hình 3. Các thông số kỹ thuật vỏ hầm và kết cấu tòa nhà sử dụng trong mô hình được thể hiện trong bảng 2.



Hình 3: Sơ đồ thi công hai đường hầm T1, T2 và công trình lân cận

Trong nghiên cứu này, để nghiên cứu ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ hai đường hầm song song và kết cấu móng cọc thuộc công trình xây dựng lân cận, nhóm tác giả đã sử dụng phần mềm Plaxis 2D V20 để mô phỏng và phân tích, các lớp đất được sử dụng theo mô hình Hardening Soil, vỏ hầm và kết cấu tòa nhà sử dụng mô hình đàn hồi. Hệ khung kết cấu tòa nhà được mô phỏng theo sơ đồ kết cấu với các chân cột được ngàm cứng và tải tường phân bố đều trên mét dài thanh và hoạt tải phân bố đều trên diện tích tấm. Phần khung kết cấu bên trên gồm cột, dầm,

sàn, tường và đài móng được mô phỏng bằng các phần tử tấm Plate; cọc được mô phỏng bằng phần tử Embedded Pile Row. Các giai đoạn mô phỏng, tính toán công tác thi công bao gồm:

Giai đoạn 1: Xây dựng các tham số ban đầu;

Giai đoạn 2: Xây dựng điều kiện biên, trường ứng suất ban đầu;

Giai đoạn 3: Xây dựng kết cấu tòa nhà;

Giai đoạn 4: Thi công đào đất và lắp đặt kết cấu chống giữ đường hầm.

Sơ đồ mô phỏng thi công đường hầm và công trình lân cận được thể hiện trên hình 4.

Bảng 1: Thông số cơ lý của các lớp đất

Tham số cơ lý	Lớp 1 (Bùn á sét)	Lớp 2 (Sét)	Lớp 3 (Cát hạt mịn)	Lớp 4 (Cát hạt mịn chặt)	Lớp 5 (Cát hạt to, cuội rất chặt)
Chiều dày lớp (m)	2,6	11,4	13,2	5,0	42,8
Dung trọng tự nhiên, γ_{unsat} (kN/m ³)	18,55	19,50	19,55	20,20	20,50
Dung trọng bão hòa, γ_{sat} (kN/m ³)	19,10	19,85	20,10	20,85	21,10
Mô đun cát tuyến xác định từ nén 3 trục, áp lực buồng p^{ref} , E_{50}^{ref} (kN/m ²)	18500	21750	32650	45150	75450
Mô đun tiếp tuyến trong thí nghiệm oedometer, $E_{\text{oad}}^{\text{ref}}$ (kN/m ²)	18500	21750	32650	45150	75450
Mô đun đỡ tải và gia tải, $E_{\text{ur}}^{\text{ref}}$ (kN/m ²)	55500	65250	97950	135500	226400
Hệ số mũ, m	0,5	1	0,5	0,5	0,5
Hệ số Poisson giai đoạn làm việc đỡ tải-gia tải, ν_{ur}	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Góc ma sát trong, φ (°)	28	25	25	34	35
Góc giãn nở, ψ (°)	0	0	0	1	1
Lực dính kết, c_{ref} (kPa)	9,6	10	25	0,5	0,5
Áp lực buồng khi thí nghiệm p^{ref} (kN/m ²)	100	100	100	100	100

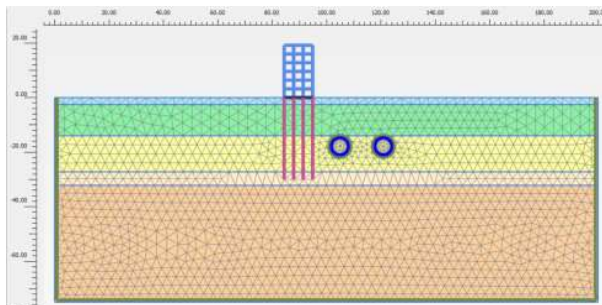
Bảng 2: Thông số kỹ thuật vỏ hầm và kết cấu tòa nhà

Thông số	Đơn vị	Vỏ hầm	Đài móng	Cột khung kết cấu	Sàn khung kết cấu
Độ cứng chống nén, EI	kN/m	$7,875 \cdot 10^4$	$250 \cdot 10^4$	$16 \cdot 10^4$	$16 \cdot 10^4$

Thông số	Đơn vị	Vỏ hầm	Đài móng	Cột khung kết cấu	Sàn khung kết cấu
Độ cứng chống uốn, EA	kN.m ² /m	10,5. 10 ⁶	30. 10 ⁶	12. 10 ⁶	12. 10 ⁶
Chiều dày, d	m	0,3	1,0	0,4	0,4
Trọng lượng, w	kN/m/m	7,5	24	9,6	9,6
Hệ số Poisson, ν		0,15	0,15	0,15	0,15
Khối lượng thể tích, γ	kN/m ³	25	24	24	24
Mô đun đàn hồi, E	GPa	35	30	30	30

Bảng 3: Thông số kỹ thuật của cọc

Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
Mô đun đàn hồi	E_p	Mpa	35. 106
Khối lượng thể tích	γ	kN/m ³	24
Đường kính	D	m	0,4
Khoảng cách giữa các cọc	$L_{spacing}$	m	3,0



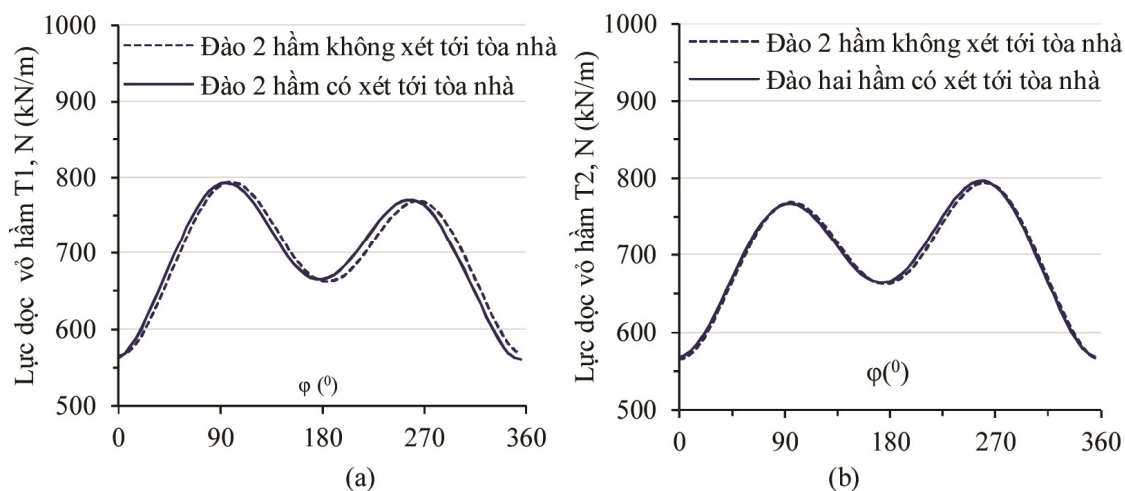
Hình 4: Sơ đồ mô phỏng bài toán

3.2. Kết quả và thảo luận

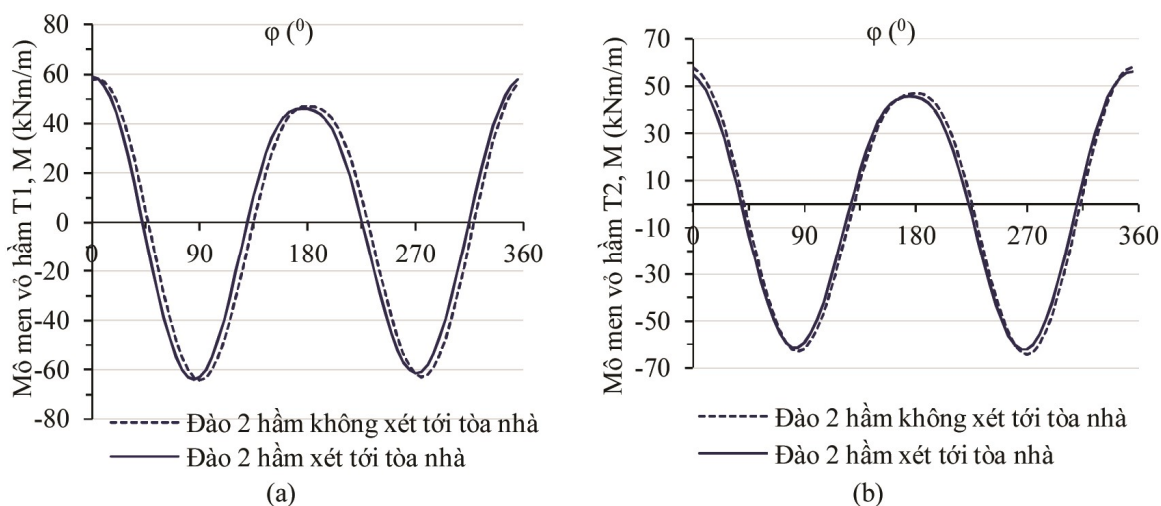
Để đánh giá ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ vỏ hầm và kết cấu ngầm công trình tòa nhà lân cận nhóm tác giả thực hiện một số bài toán như chỉ thực hiện thi công công trình tòa nhà; chỉ thực hiện thi công hai đường hầm song song và bài toán thi công cả công trình tòa nhà lân cận và hai đường hầm song song.

Kết quả bài toán trong điều kiện thi công hai đường hầm song song chưa chịu ảnh hưởng của công trình tòa nhà lân cận thì lực

dọc lớn nhất trong kết cấu chống giữ vỏ hầm T1 là 794,01 kN/m, lực dọc lớn nhất trong kết cấu chống giữ vỏ hầm T2 là 794,02 kN/m. Trong trường hợp khi thi công hai đường hầm có chịu ảnh hưởng sự tồn tại của công trình tòa nhà lân cận thì lực dọc lớn nhất trong kết cấu chống giữ vỏ hầm số T1 là 793,11 kN/m, lực dọc lớn nhất trong kết cấu chống giữ vỏ hầm số T2 là 796,37 kN/m được thể hiện trên hình 5. Các giá trị momen uốn trong kết cấu chống giữ đường hầm được thể hiện trong hình vẽ 6, khi thi công hai đường hầm chưa chịu ảnh hưởng của công trình tòa nhà lân cận thì momen uốn lớn nhất trong kết cấu chống giữ vỏ hầm T1 là 64,29 kNm/m, momen uốn lớn nhất trong kết cấu chống giữ vỏ hầm T2 là 64,30 kNm/m. Khi thi công hai đường hầm có chịu ảnh hưởng sự tồn tại của công trình tòa nhà lân cận thì momen uốn lớn nhất trong kết cấu chống giữ vỏ hầm T1 là 64,19 kNm/m, momen uốn lớn nhất trong kết cấu chống giữ vỏ hầm T2 là 62,08 kNm/m.



Hình 5: Phân bố lực dọc trong vỏ hầm T1 (a) và T2 (b) trong các trường hợp xây dựng khác nhau

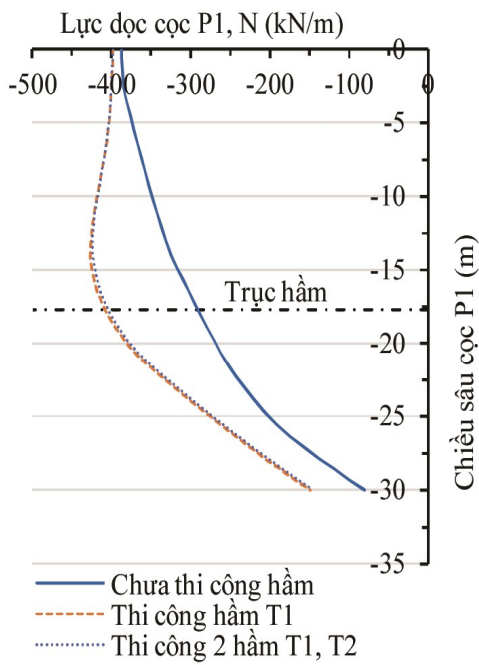


Hình 6: Phân bố mô men uốn trong vỏ hầm T1 (a) và T2 (b) trong các trường hợp xây dựng khác nhau

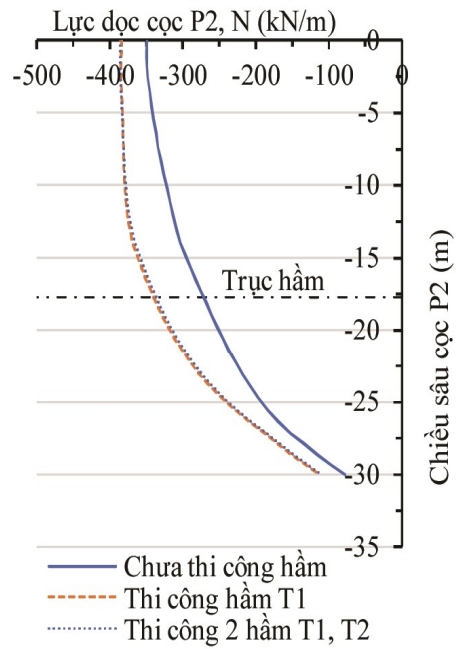
Giá trị nội lực, chuyển vị của cọc khi xét tới ảnh hưởng của công tác thi công hai đường hầm song song được thể hiện trong các hình từ 7 đến 10. Từ kết quả tính toán cho thấy, trong điều kiện bài toán khi chưa thi công hai đường hầm thì giá trị lực dọc trong cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 387,35 kN/m; 349,58 kN/m; 349,64 kN/m và 387,30 kN/m.

Trong bài toán khi thi công một đường hầm

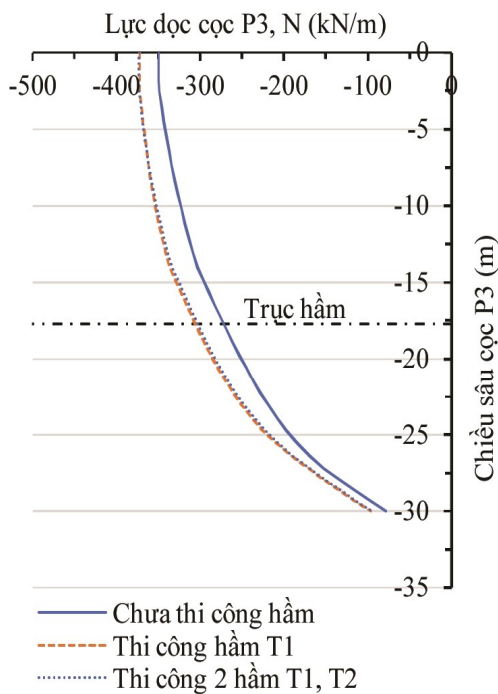
T1, tức là công trình tòa nhà chịu ảnh hưởng của công tác thi công một đường hầm T1 thì giá trị lực dọc trong cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 426,77 kN/m; 384,52 kN/m; 372,46 kN/m và 381,94 kN/m. Khi thi công hai đường hầm, tức là công trình tòa nhà chịu ảnh hưởng của công tác thi công hai đường hầm T1, T2 thì giá trị lực dọc trong cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 424,22 kN/m; 386,03 kN/m; 373,47 kN/m và 382,54 kN/m.



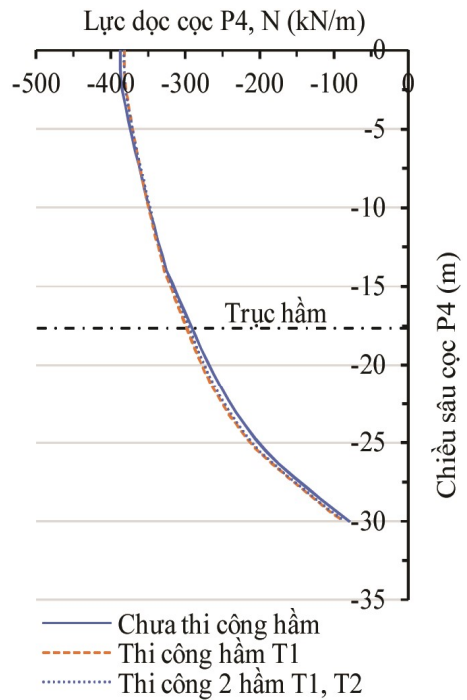
(a)



(b)

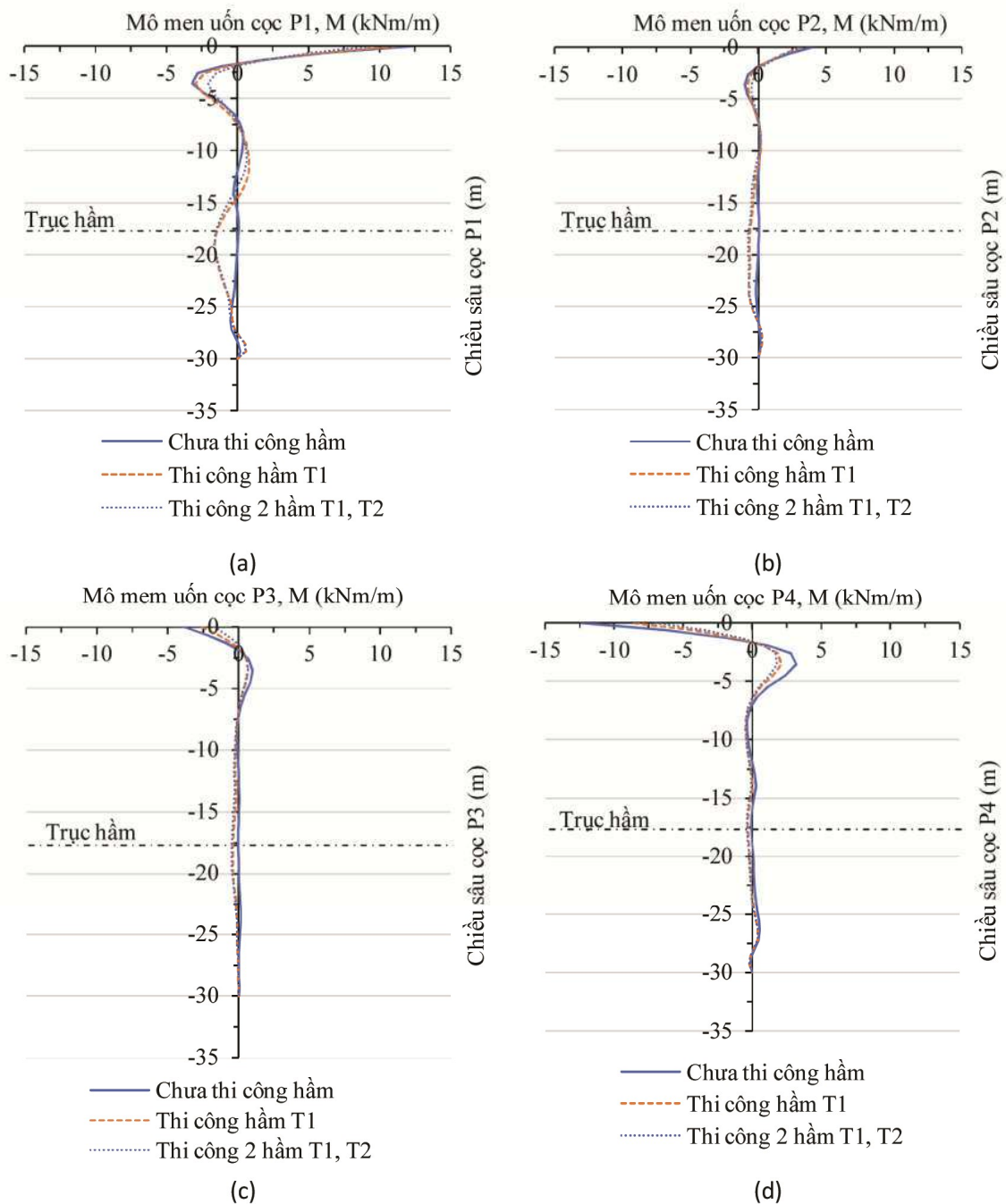


(c)



(d)

Hình 7: Phân bố lực dọc trong cọc P1 (a), cọc P2 (b), cọc P3 (c) và cọc P4 (d) trong các trường hợp xây dựng khác nhau



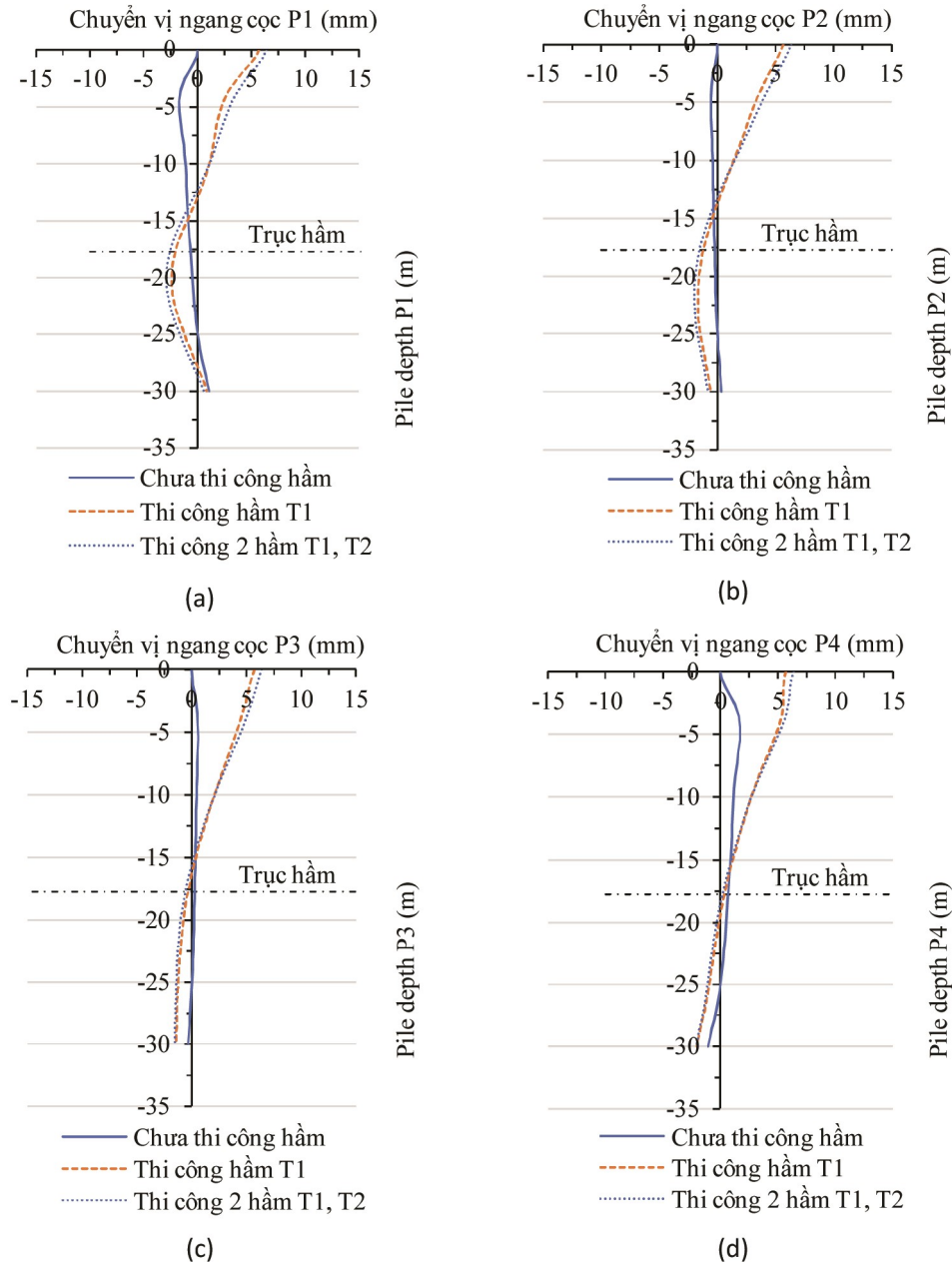
Hình 8: Phân bố mô men uốn trong cọc P1 (a), cọc P2 (b), cọc P3 (c) và cọc P4 (d) trong các trường hợp xây dựng khác nhau

Mô men uốn lớn nhất trong cọc xảy ra tại vị trí đầu cọc. Trong bài toán khi chưa chịu ảnh hưởng của đường hầm thì giá trị momen uốn lớn nhất trong cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 12,36 kNm/m; 3,90 kNm/m; 3,88 kNm/m và 12,36 kNm/m. Đối với bài toán khi

thi công hai đường hầm T1, T2, tức là công trình tòa nhà chịu ảnh hưởng của công tác thi công hai đường hầm T1, T2 thì giá trị momen uốn lớn nhất trong cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 9,32 kNm/m; 3,09 kNm/m; 1,74 kNm/m và 6,97 kNm/m.

Khảo sát giá trị mô men uốn trong cọc tại vị trí độ sâu trục đường hầm thi công qua ($Z = 17,7\text{m}$), khi chưa thi công đường hầm momen uốn cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là $0,06 \text{ kNm/m}$; $0,03 \text{ kNm/m}$; $0,03 \text{ kNm/m}$ và $0,06$

kNm/m , khi thi công hai đường hầm T1, T2 thì giá trị mô men uốn tại vị trí độ sâu trục đường hầm thi công qua ($Z = 17,7\text{m}$) của cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là $1,41 \text{ kNm/m}$; $0,67 \text{ kNm/m}$; $0,47 \text{ kNm/m}$ và $0,39 \text{ kNm/m}$.



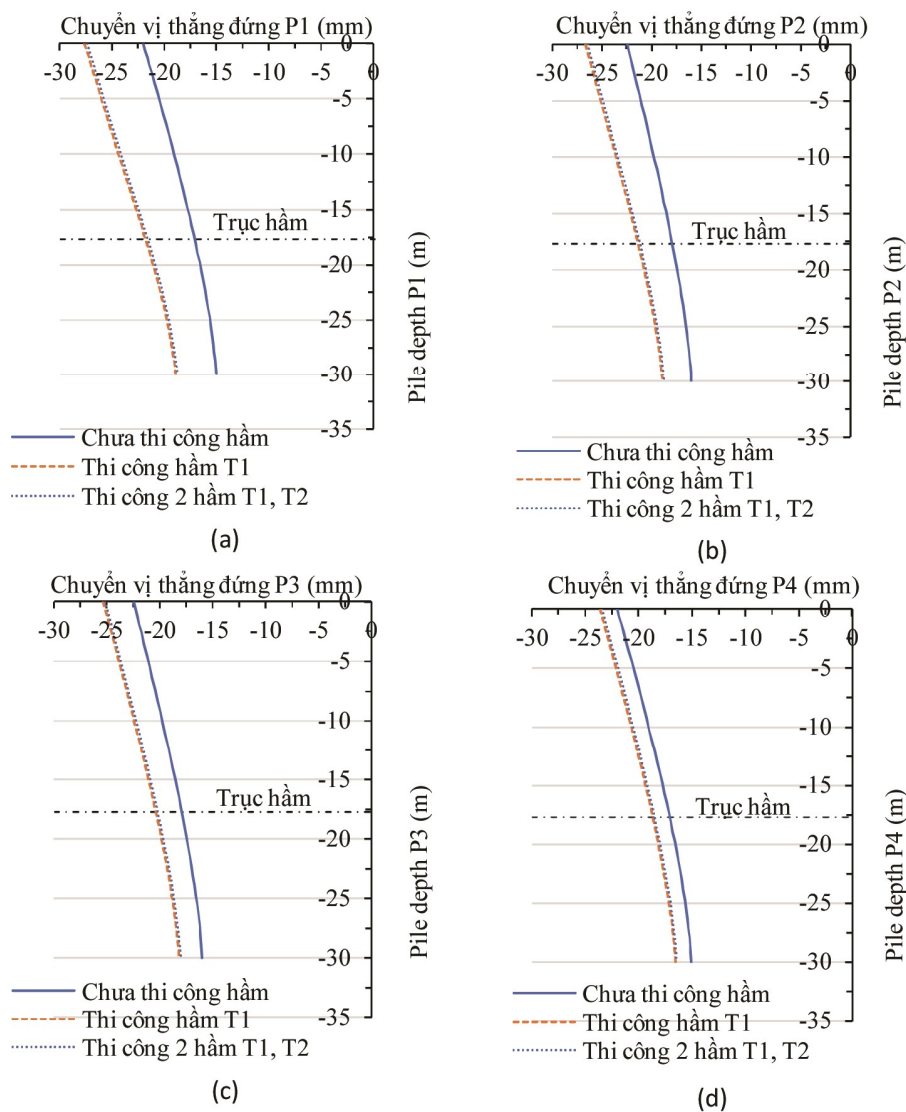
Hình 9: Phân bố chuyển vị theo phương ngang của cọc P1 (a), cọc P2 (b), cọc P3 (c) và cọc P4 (d) trong các trường hợp xây dựng khác nhau

Trong bài toán khi chưa chịu ảnh hưởng của đường hầm thì giá trị chuyển vị ngang lớn

nhất của cọc xảy ra tại vị trí đầu cọc có các giá trị ứng với các cọc P1; cọc P2; cọc P3 và

cọc P4 lần lượt là 1,71mm; 0,56mm; 0,57 mm và 1,72mm. Trong bài toán khi thi công một đường hầm T1, tức là công trình tòa nhà chịu ảnh hưởng của công tác thi công một đường hầm T1 thì giá trị chuyển vị ngang lớn nhất của cọc xảy ra tại vị trí đầu cọc có các giá trị ứng với các cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 5,705mm; 5,704mm; 5,704mm; 5,702mm. Giá trị chuyển vị ngang của cọc tại vị trí độ sâu trục đường hầm thi công qua ($Z = 17,7\text{m}$) ứng với các cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 1,96mm; 1,11mm; 0,25mm;

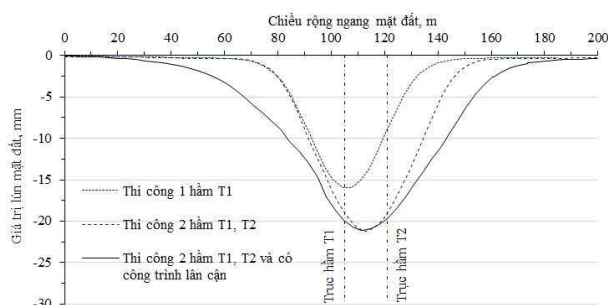
0,45mm. Đối với bài toán khi thi công hai đường hầm T1, T2, tức là công trình tòa nhà chịu ảnh hưởng của công tác thi công hai đường hầm T1, T2 thì giá trị chuyển vị ngang lớn nhất của cọc xảy ra tại vị trí đầu cọc có các giá trị ứng với các cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 6,384mm; 6,382mm; 6,379mm; 6,377mm. Giá trị chuyển vị ngang của cọc tại vị trí độ sâu của trục đường hầm thi công qua ($Z = 17,7\text{m}$) ứng với các cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 2,48mm; 1,45mm; 0,49mm; 0,28mm.



Hình 10: Phân bố chuyển vị của cọc theo phương đứng, cọc P1 (a), cọc P2 (b), cọc P3 (c) và cọc P4 (d) trong các trường hợp xây dựng khác nhau

Trong bài toán khi chưa chịu ảnh hưởng của đường hầm thì giá trị chuyển vị theo phương thẳng đứng lớn nhất của cọc xảy ra tại vị trí đầu cọc, giá trị ứng với các cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 22,023mm; 22,47mm; 22,47 mm và 22,03mm. Trong điều kiện khi thi công một đường hầm T1, tức là công trình tòa nhà chịu ảnh hưởng của công tác thi công một đường hầm T1 thì giá trị chuyển vị theo phương thẳng đứng lớn nhất xảy ra tại vị trí đầu cọc có các giá trị ứng với các cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 22,6mm; 26,6mm; 25,3mm; 23,6mm. Giá trị chuyển vị thẳng đứng của cọc tại vị trí độ sâu của trục đường hầm thi công qua ($Z = 17,7\text{m}$) ứng với các cọc là P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 là 21,9mm; 21,4mm; 20,5mm; 18,8mm.

Trong điều kiện khi thi công hai đường hầm T1, T2, tức là công trình tòa nhà chịu ảnh hưởng của công tác thi công hai đường hầm T1, T2 thì giá trị chuyển vị theo phương thẳng đứng lớn nhất của cọc xảy ra tại vị trí đầu cọc có các giá trị ứng với các cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 lần lượt là 27,37mm; 26,44mm; 25,14mm; 23,45mm. Giá trị chuyển vị thẳng đứng của cọc tại vị trí độ sâu của trục đường hầm thi công qua ($Z = 17,7\text{m}$) ứng với các cọc P1; cọc P2; cọc P3 và cọc P4 là 21,7mm; 21,28mm; 20,29mm; 18,62mm.



Hình 11: Đường cong lún mặt đất gây ra bởi công tác thi công hai đường hầm song song và công trình lân cận

Giá trị lún mặt đất được thể hiện trên hình 11, khi thi công một đường hầm T1 gây ra đường cong lún mặt đất và giá trị lún lớn nhất có giá trị 15,95mm xảy ra tại vị trí trên trục thẳng đứng của đường hầm. Khi thi công hai đường hầm song song T1, T2 gây ra đường cong lún mặt đất có giá trị lớn hơn và giá trị lún lớn nhất là 21,23mm xảy ra tại vị trí khoảng giữa tâm hai đường hầm T1 và T2. Khi thi công hai đường hầm song song T1, T2 bố trí gần nhau bên cạnh công trình xây dựng lân cận thì gây ra đường cong lún mặt đất không còn hình dạng đối xứng mà giá trị lún xảy ra lớn ở về phía có công trình xây dựng lân cận, giá trị lún lớn nhất là 21,07mm xảy ra tại vị trí gần về phía có công trình xây dựng lân cận.

4. KẾT LUẬN

Trong điều kiện bài toán khảo sát, từ kết quả phân tích ứng xử cơ học của hai đường hầm song song và công trình xây dựng lân cận trong điều kiện xây dựng đô thị nhóm tác giả rút ra một số kết luận như sau:

- Khi thi công hai đường hầm song song và công trình xây dựng lân cận thì kết cấu chống giữ vỏ hầm và kết cấu ngầm công trình xây dựng lân cận có ảnh hưởng đến nhau.

- Cọc có vị trí gần đường hầm nhất (P1) là cọc chịu ảnh hưởng đầu tiên của công tác thi công đường hầm nên có sự thay đổi lớn nhất về giá trị nội lực và chuyển vị trong cọc.

- Ảnh hưởng của công tác thi công hai đường hầm song song làm lực dọc trong các cọc của kết cấu móng tòa nhà lân cận tại vị trí độ sâu của trục đường hầm thi công qua có giá trị đều tăng, tăng lớn nhất là cọc có vị trí gần đường hầm nhất (P1).

- Ảnh hưởng của công tác thi công hai đường hầm song song làm mômen uốn trong các cọc của kết cấu móng tòa nhà lân cận tại vị trí độ sâu của trục đường hầm thi công qua có giá trị đều tăng, tăng lớn nhất là cọc có vị trí gần đường hầm nhất (P1).

- Các giá trị chuyển vị của cọc theo phương

ngang và phương thẳng đứng tại vị trí độ sâu trục đường hầm thi công qua thì chuyển vị của cọc gần đường hầm nhất (P1) có giá trị lớn nhất và giảm dần là các cọc có vị trí xa đường hầm (P2), (P3), (P4).

- Công tác thi công đường hầm trong điều kiện chịu ảnh hưởng bởi công trình xây dựng lân cận làm tăng giá trị nội lực lớn nhất trong kết cấu chống giữ vỏ hầm.

- Khi chịu ảnh hưởng của công trình xây dựng lân cận thì đường cong lún mặt đất không còn hình dạng đối xứng mà giá trị lún xảy ra lớn hơn ở về bên phía có công trình xây dựng lân cận, giá trị lún lớn nhất giảm không đáng kể do xảy ra hiện tượng lún về bên phía có công trình xây dựng lân cận.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn Bộ Giáo dục và Đào tạo đã hỗ trợ kinh phí để thực hiện nghiên cứu này trong khuôn khổ mã đề tài B2022-MDA-06.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Lê Bá Vinh và Hoàng Ngọc Triều, 2021. Nghiên cứu ảnh hưởng tương tác kết cấu - móng - đất nền đến ứng xử của hệ móng bè cọc khi chịu tác động của động đất, Tạp chí Địa kỹ thuật số 1 – 2021, trang 65-75.

[2]. Võ Văn Đầu, Võ Phán, Trần Văn Tuấn, 2022. Nghiên cứu sự phân bố tải trọng giữa bè và cọc trong móng bè cọc. Tạp Chí Địa kỹ thuật số 1 – 2022, trang 65-72.

[3]. Đỗ Ngọc Thái và Nguyễn Đức Trường, 2021. Nghiên cứu dự báo độ lún mặt đất khi thi công hai đường hầm song song trong đô thị

bằng máy khiên đào, Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất, T 62, No 2, 2021, trang 47-56.

[4]. Morton, J. D. and King, K. H., 1979. Effect of tunneling on the bearing capacity of and settlement of piled foundations. Proc. Tunneling '79, pp. 57-58.

[5]. Peck, R., 1969. Deep Excavations and Tunneling in Soft Ground, State of the Art Report. In: Proceedings of the 7th International Conference ICSMFE. vol. III, Mexico, pp. 225–281.

[6]. Poulos H. G., 1979. An approach for the analysis of offshore pile group, Proc. Conf. on Numerical Methods in Offshore Piling, Institution of Civil Engineers, London, pp.119-126.

[7]. Katzenbach, R., Arslan, U., and Moormann, C., 2000. Piled raft foundations projects in Germany. Design applications of raft foundations. Hemsley J. A., editor, Thomas Telford, London, pp. 323–392.

[8]. Franza. A., Zheng. C., Marshall. A.M., Jimenex. R., 2021. Investigation of soil–pile–structure interaction induced by vertical loads and tunnelling. Computers and Geotechnics. V. 139, 2021, 104386. doi.org/10.1016/j.compgeo.2021.104386.

[9]. Simpson B, Atkinson J H and Jovicic V., 1996. The influence of anisotropy on calculations of ground settlements above tunnels, Proceedings of International Symposium on Geotechnical Aspects of the Underground Construction in Soft Ground, London preprint vol., pp. 511-514.

Người phân biên: PGS,TS TRẦN TUẤN MINH

THẺ LỆ VIẾT BÀI ĐĂNG TRÊN TẠP CHÍ ĐỊA KỸ THUẬT

Tạp chí Địa kỹ thuật được xuất bản 3 tháng/kỳ, theo Giấy phép hoạt động báo chí số 1358/GPXB ngày 17-6-1996 của Bộ Văn hóa và Thông tin.

Tôn chỉ và mục đích của Tạp chí là: Công bố các công trình nghiên cứu khoa học, công nghệ, phổ biến, trao đổi kiến thức, tiến bộ kỹ thuật và kinh nghiệm trong các lĩnh vực địa chất công trình, cơ học đất - nền móng, cơ học đá, địa kỹ thuật và môi trường, các vấn đề đất - nước - môi trường và con người, góp phần nâng cao chất lượng các công trình xây dựng hạ tầng cơ sở, đáp ứng nhu cầu công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước.

Trong thời gian qua Tạp chí đã nhận được sự đóng góp, ủng hộ nhiệt thành của nhiều đồng nghiệp đồng đạo bạn đọc, các tổ chức, cơ quan, ban ngành về bài viết, thông tin và vật chất... Tạp chí mong tiếp tục nhận được sự cộng tác và ủng hộ đó.

Bài gửi đăng Tạp chí được đánh máy vi tính theo font **Unicode Times New Roman**, cỡ chữ 12, in trên khổ A4 kèm theo đĩa CD hoặc thư điện tử (2 file, 1 file world 2003, 1 file pdf). Bài viết sử dụng tiếng Việt, kèm theo tóm tắt nội dung bằng tiếng Việt và Anh (không quá 200 từ). Công thức được viết theo Equation Editor và đánh số thứ tự về bên phải. **Đơn vị tính của các đại lượng vật lý phải sử dụng đơn vị theo hệ SI. Dấu thập phân phải dùng dấu phẩy.** Các bản vẽ phải theo đúng quy định vẽ kỹ thuật, kích thước không quá 15 x 20cm. Các bài có bản đồ từng vùng hoặc cả nước cần vẽ theo mẫu chính xác, đúng theo quy cách hiện hành; các bản vẽ, biểu bảng phải được đánh số thứ tự. Dung lượng bài báo không vượt quá 8 trang kể cả hình ảnh, biểu bảng, tài liệu tham khảo.

Thứ tự sắp xếp bài báo:

- Tên bài báo (bằng tiếng Việt);
- Họ và tên tác giả;
- Địa chỉ, Tel/Fax; Email;
- Tóm tắt nội dung (bằng tiếng Việt);
- Tên bài báo và tóm tắt nội dung bằng tiếng Anh;
- Nội dung bài báo. Bài báo cần có đặt vấn đề và kết luận;
- Tài liệu tham khảo: được đánh máy liền với bài và được ghi theo thứ tự ABC. Các tài liệu tham khảo trình bày theo trình tự: Tiếng Việt, tiếng Anh, tiếng Latinh, tiếng Nga, tiếng Trung..., theo thứ tự: Tên tác giả, tên tài liệu, nhà xuất bản, ***năm xuất bản, không nên quá 10 tài liệu.***

Ban Biên tập sẽ bỏ trí lấy ý kiến phản biện trước khi đăng. Bài không được đăng không trả lại bản thảo.

Tác giả bài viết phải chịu trách nhiệm về các thông tin cung cấp và được biểu 01 cuốn tạp chí có bài đăng.

Ý KIẾN ĐÓNG GÓP, BÀI GỬI ĐĂNG VÀ ĐẶT MUA TẠP CHÍ XIN LIÊN HỆ THEO ĐỊA CHỈ SAU:

VIỆN ĐỊA KỸ THUẬT

152 phố Lê Duẩn, quận Đống Đa - Hà Nội

Tel: 024.22141917

Email: viendiakythuat@vusta.vn.; Website: <http://www.vgi-vn.vn>